MODÉLISATION ÉCOSYSTÉMIQUE DES RÉGIONS NORD ET SUD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT :

Un des volets du programme canadien CDEENA [1]

Claude Savenkoff, chercheur
DIVISION DES SCIENCES OCÉANIQUES
et
Martin Castonguay, chercheur
DIVISION DES POISSONS ET MAMMIFÈRES MARINS

Institut Maurice-Lamontagne (Pêches et Océans Canada)

LE PROGRAMME CDEENA

Le ministère des Pêches et des Océans s'est engagé à respecter le principe que la conservation, fondée sur une approche écosystémique, est d'une importance fondamentale pour le maintien de la biodiversité et de la productivité des habitats marins. Le développement de nouveaux outils scientifiques qui considèrent l'écosystème dans sa totalité plutôt qu'en le fractionnant, permettra d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques sur la santé et la capacité des habitats marins à soutenir la production biologique et l'exploitation commerciale. Le programme canadien "Comparative Dynamics of Exploited Ecosystems in the Northwest Atlantic" (CDEENA) a été développé dans ce sens en 1999. Le programme devrait s'étendre jusqu'en 2003. CDEENA propose une analyse comparée des changements dans la structure et la fonction des écosystèmes de l'Atlantique nord-ouest dans le but de déterminer comment ces changements auraient pu affecter la productivité des ressources vivantes. CDEENA vise à rassembler les expertises des écologistes et des experts en modélisation pour : (1) décrire les changements dans le temps et l'espace, (2) identifier et combler les manques importants dans notre base de connaissances, et (3) développer des modèles pour examiner des hypothèses écosystémiques (ex : variations environnementales, prédation, effets indirects des pêches) pouvant expliquer la lenteur de la reprise des stocks de morue suivant les moratoires imposés de 1992 à 1994.

Les écosystèmes qui seront étudiés dans le cadre de CDEENA, sont : la région de Terre-Neuve et du Labrador (divisions 2J3KLNO), le nord du golfe du Saint-Laurent (divisions 4RS), le sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T), l'est du plateau Néo-Écossais (divisions 4VsW), et l'ouest du plateau Néo-Écossais (division 4X). Trois périodes ont été proposées : (1) les années 1970, avant l'extension de la juridiction (1977) et la remontée subséquente des stocks de poissons de fond ; (2) le milieu des années 1980, le sommet de la remontée et avant l'effondrement des

---

[1] Cet article est paru initialement dans le bulletin *Nouvelles des Sciences* du 2 juin 2000; vol.11, no.11, p.5-8.

stocks au début des années 1990 sur pratiquement toutes les régions ; et (3) le présent, marqué par la quasi-absence de remontée des stocks de poissons de fond dans la plupart des régions.

LES OUTILS, MODÈLES D'ÉQUILIBRE DE MASSE

Maintenant, plus que jamais, une compréhension détaillée de la structure, du fonctionnement et de la régulation des principaux écosystèmes est donc nécessaire pour faire face aux problèmes environnementaux mondiaux qui s'aggravent (Mann, 1988 ; Pahl-Wostl, 1993 ; Gaedke, 1995). Les modèles d'équilibre de masse (modèles ECOPATH et modèles inverses) sont de plus en plus utilisés comme des outils efficaces et pratiques pour systématiser les écosystèmes et étudier leurs caractéristiques (Vézina et Platt, 1988 ; Christensen et Pauly, 1993 ; Christensen, 1995 ; Pauly et Christensen, 1996 ; Vézina et Savenkoff, 1999). Ces modèles permettent de représenter simplement un écosystème complexe par la description des interactions trophiques. Le réseau trophique est ainsi représenté par un nombre de compartiments ou groupes fonctionnels qui englobent tous les organismes de l'écosystème et qui sont interconnectés par des flux de matière. L'estimation de ces flux trophiques repose sur les mesures ou l'estimation des principaux processus métaboliques tels que l'ingestion, la respiration, la production, l'égestion, ainsi que la composition de l'alimentation des différents compartiments.

L'EXEMPLE DE LA RÉGION DE TERRE-NEUVE ET DU LABRADOR

Des modèles pour la région de Terre-Neuve et du Labrador pour la période 1985-1987 ont déjà été élaborés en collaboration avec des chercheurs de Terre-Neuve et de Nouvelle-Écosse (Alida Bundy et Alain Vézina) (Bundy *et al.*, 2000 ; Savenkoff *et al.*, en préparation). L'écosystème de la région de Terre-Neuve et du Labrador a été divisé en 31 groupes ou compartiments trophiques depuis le phytoplancton et les détritus aux oiseaux et mammifères marins incluant les domaines pélagique, démersal, et benthique. Plusieurs résultats intéressants sont ressortis. Les principaux prédateurs de poissons sont les morues adultes (> 35 cm), les phoques du Groenland, la pêche, les cétacés, et les phoques à capuchon (FIGURE 1). La mortalité par la pêche a un large impact sur les groupes de grands poissons et/ou de poissons adultes et excède largement la mortalité par prédation pour les morues adultes, les flétans du Groenland (> 40 cm), les plies canadiennes (> 35 cm), les raies, et les grands poissons pélagiques (aiguillat commun, saumon atlantique, etc.). Pour la période 1985-1987, avant l'effondrement des stocks de poissons de fond, les morues adultes (> 35 cm) et les phoques du Groenland sont les deux principaux prédateurs des jeunes morues avec 34 et 24 % respectivement, de la mortalité par prédation. Le haut niveau de prédation de ce système est supporté par une base importante d'espèces de poissons fourragères tels que les capelans, les lançons, les morues arctiques et autres petits poissons pélagiques planctonivores (hareng, etc.). L'étude met aussi en évidence le rôle majeur joué par les capelans dans le transfert de matière et d'énergie depuis le phytoplancton-zooplancton aux autres poissons, mammifères et oiseaux marins. Dans le domaine benthique, l'entrée de matière ou d'énergie dans les chaînes alimentaires correspond au détritus. Les invertébrés benthiques (échinodermes, mollusques, polychètes et autres invertébrés benthiques) sont les principaux consommateurs de détritus. Les petits poissons démersaux (chaboisseaux, loquettes, etc.) représentent le principal lien entre le détritus et ses principaux consommateurs (les invertébrés benthiques) et les niveaux supérieurs des domaines démersal et pélagique.

Modélisation des régions nord et sud du Golfe du Saint-Laurent

Pour le nord et le sud du golfe du Saint-Laurent, nous avons adapté la structure du modèle inverse pour la région de Terre-Neuve et du Labrador (1399 équations [31 équations d'équilibre de masse, 207 équations spécifiques [paramètres mesurés localement], et 1161 contraintes] pour résoudre 388 inconnues [consommation, respiration, égestion, mortalité, capture par les pêches pour chacun des 31 groupes]) aux données recueillies. Dans un premier temps, il a été nécessaire de collecter et synthétiser les données de biomasse, de production, de consommation et de diètes de 32 groupes fonctionnels représentant les principales espèces pélagiques et benthiques rencontrées dans les régions nord et sud du Golfe du Saint-Laurent pour les périodes 1985-1987 et 1990-2000 (avant 1980, trop peu de données). Actuellement, deux modèles Ecopath et inverse sont en cours de réalisation pour la région nord du golfe pour la période 1985-1987 à des fins de comparaison avec les modèles de la région de Terre-Neuve et du Labrador. La collecte, la synthèse et la mise en format des données utilisables par les modèles ont été effectuées par Simon Despatie, Martin Castonguay (coordonnateur du volet laurentien de CDEENA), Denis Chabot, Lyne Morissette et Mike Hammill. L'adaptation des modèles existant pour les régions nord et sud du golfe et leurs analyses (tests de sensibilité, tests de robustesse, tests de reproductibilité, etc.) sont effectuées par Claude Savenkoff et Lyne Morissette. De tels outils pour les régions nord et sud du Golfe du Saint-Laurent permettront d'acquérir les connaissances scientifiques nécessaires pour donner des renseignements synthétisés sur la santé et la capacité de ces habitats à soutenir la biodiversité et la productivité et sur l'effet de la mortalité par pêche sur ces écosystèmes. Ces informations aideront à la prise de décision dans le but de conserver et protéger les écosystèmes marins et d'utiliser de façon durable les ressources halieutiques et le milieu marin à l'appui direct des dispositions de la loi sur les pêches et de la loi sur les océans.

Ce projet, volet laurentien du programme canadien CDEENA, résulte d'un effort de collaboration entre la Division des Sciences Océaniques (Claude Savenkoff), la Division des Poissons et Mammifères Marins (Martin Castonguay, Simon Despatie, Mike Hammill et Lyne Morissette) et la Division des Invertébrés et Biologie Expérimentale (Denis Chabot) de l'Institut Maurice-Lamontagne.

Références citées

Bundy, A., G. R. Lilly, and P. A. Shelton (2000) A mass balance model for the Newfoundland-Labrador Shelf. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, 2310, xiv + 157 p.

Christensen, V. (1995) A model of trophic interactions in the North Sea in 1981, the Year of the Stomach. Dana, 11, 1-28.

Christensen, V. and D. Pauly (eds.) (1993) Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc., 26, 390 p.

Gaedke, U. (1995) A comparison of whole-community and ecosystem approaches (biomass size distributions, food web analysis, network analysis, simulation models) to study the structure, function and regulation of pelagic food webs. Journal of Plankton Research, 17, 1273-1305.

Mann, K. H. (1988) Towards predictive models for coastal marine ecosystems. In Pomeroy, L. R., and Alberts, J. J. (eds.), Concepts of Ecosystem Ecology, Ecological Studies. 67, Springer, New York, pp. 291-316.

Pahl-Wostl, C. (1993) Food webs and ecological networks across temporal and spatial scales. Oikos, 66, 415-432.

Pauly, D. and V. Christensen (1996) Mass Balance Models of North-eastern Pacific Ecosystems. Fisheries Centre Research Reports, University of British Columbia, Canada, Vol. 4, 131 p.

Savenkoff, C., A. F. Vézina, and A. Bundy (en préparation) Inverse analysis of the structure and dynamics of the whole ecosystem in the Newfoundland-Labrador Shelf. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.

Vézina, A. F. and T. Platt (1988) Food web dynamics in the ocean. I. Best-estimates of flow networks using inverse methods. Marine Ecology Progress Series, **42,** 269-287.

Vézina, A. F. and C. Savenkoff (1999) Inverse modeling of carbon and nitrogen flows in the pelagic food web of the Northeast Subarctic Pacific. Deep-Sea Research II, 46, 2909-2939.

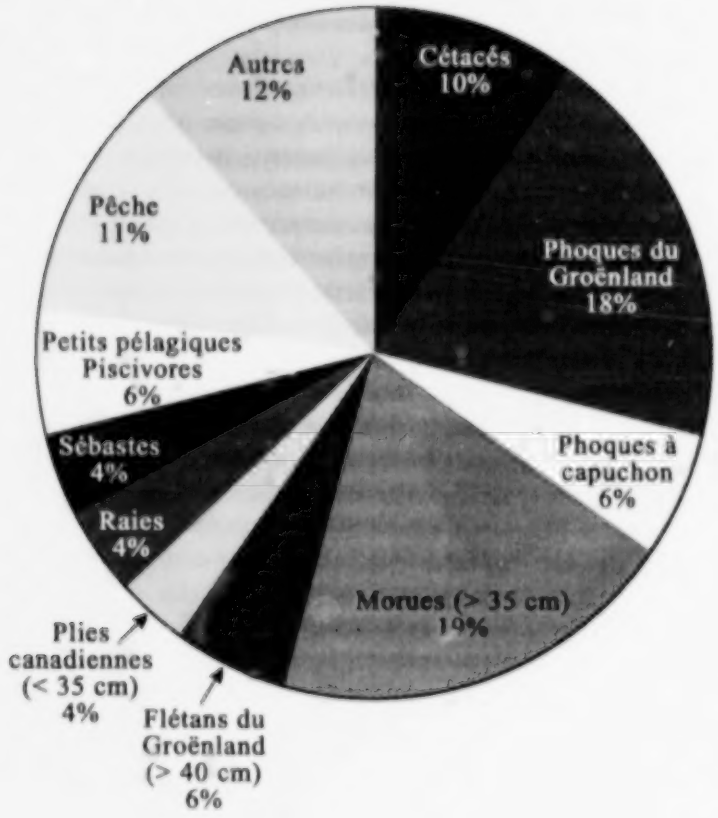

Figure 1. Distribution de la mortalité par prédation chez les poissons pour la région de Terre-Neuve et du Labrador pour la période 1985-1987. L'impact de la pêche est également montré.

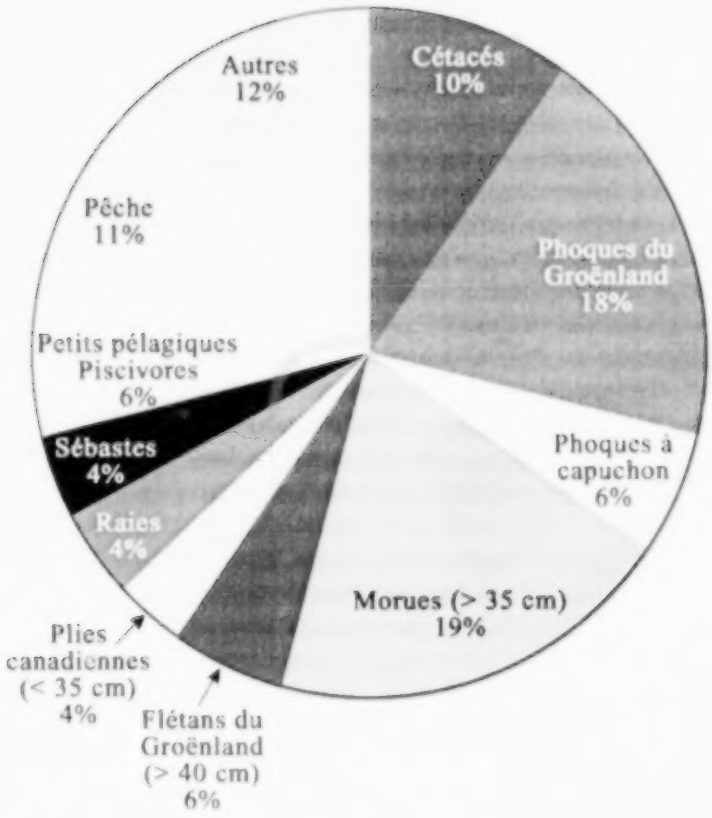

Figure 1. Distribution de la mortalité par prédation chez les poissons pour la région de Terre-Neuve et du Labrador pour la période 1985-1987. L'impact de la pêche est également montré.